

南水北调配套工程水资源开发利用分析

欧阳冠男

南水北调东线山东干线有限责任公司 山东 济南 250100

摘要: 南水北调配套工程通过输水管网、调蓄水库等构建多水源协同调度体系,实现引江水为主、本地地表水补充、地下水应急的灵活互补模式。工程显著提升受水区供水保障能力,缓解地下水超采压力,推动河湖生态修复。同时,面临供需矛盾突出、生态补偿机制缺失、调度管理碎片化等问题,需完善顶层设计、强化科技支撑、创新体制机制,以实现水资源高效利用与区域可持续发展。

关键词: 南水北调; 配套工程; 水资源; 开发利用

引言: 我国北方水资源匮乏,供需矛盾突出,制约着区域经济社会可持续发展与生态环境稳定。南水北调工程作为重大战略性基础设施,通过东、中、西三线布局,为北方输送宝贵水资源。而配套工程作为其关键支撑,在保障供水安全、修复区域生态等方面发挥着不可替代的作用。深入分析南水北调配套工程水资源开发利用现状、模式及问题,并提出优化对策,对提升水资源利用效率、实现区域协调发展意义重大。

1 南水北调配套工程概况

1.1 工程规划与布局

(1) 南水北调工程分东、中、西三线布局,定位各有侧重且供水范围互补。东线工程以长江下游为水源地,定位为保障苏北、鲁北及胶东地区供水;中线工程从丹江口水库引水,核心定位是保障京津冀核心区域用水,覆盖河北、北京、天津等省市,是北方缺水地区的主力供水通道;西线工程尚处于规划阶段,旨在从长江上游调水至黄河上游,解决西北干旱地区缺水问题。三线工程协同发力,构建起覆盖北方主要缺水区域的水资源调配网络。(2) 配套工程是南水北调主体工程发挥效益的关键支撑,主要由输水管网、调蓄水库、水质监测体系等组成。以河北省为例,其配套输水管网总长达2056公里,形成“两纵六横”的骨干管网格局,覆盖全省92个县市,实现引江水全域通达;同步建设了岗南、黄壁庄等调蓄水库,提升水资源存蓄和应急保障能力;搭建了全链条水质监测体系,在水源入口、输水节点、用水终端布设监测站点,实时监控水质安全^[1]。

1.2 配套工程的功能定位

(1) 核心功能为供水保障,重点替代地下水超采,优先满足城市生活和工业用水需求。通过引江水常态化供应,有效缓解北方地区地下水超采压力,保障城乡居民饮水安全,为工业生产稳定运行提供水资源支撑,筑牢

区域经济社会发展的水安全屏障。(2) 承担生态修复重任,通过向河湖生态补水恢复流域生态功能。依托配套输水体系,向永定河、白洋淀等生态脆弱流域持续补水,补充河湖生态基流,改善水体水质,扩大湿地面积,推动受损生态系统逐步恢复,提升区域生态承载力。(3) 构建多水源协同调度体系,形成“引江水为主、本地地表水补充、地下水应急”的三级保障模式。通过配套工程的调度枢纽作用,统筹整合各类水源,实现不同水源的灵活互补,提升水资源配置效率,增强区域供水抗风险能力。

2 南水北调配套工程水资源开发利用现状与问题分析

2.1 开发利用现状

(1) 供水规模: 作为南水北调受水核心区域,河北省依托完善的配套管网体系,累计调引江水超250亿立方米,供水范围覆盖全省92个县市,直接受益人口超5200万。引江水已成为河北多地的主力水源,城市供水保障率大幅提升,有效替代了超采地下水,缓解了区域水资源紧缺的核心困境。(2) 用水结构: 受水区用水结构呈现明显优化趋势,城乡生活与工业用水占比显著偏高,二者合计占总供水量的65%以上,其中城市生活用水保障优先级最高;农业用水占比逐步压缩,通过推广节水灌溉技术、调整种植结构等措施,实现农业用水总量管控,推动水资源向高效益领域配置^[2]。(3) 生态补水成效: 生态补水红利持续释放,通过向永定河、白洋淀等重点流域常态化补水,永定河实现自2020年以来的全线贯通,干涸多年的河道重现生机,沿线植被覆盖率显著提升;白洋淀水位稳定回升至合理区间,水域面积扩大,水体水质持续改善,湿地生态系统功能逐步恢复。

2.2 现存问题

(1) 水资源供需矛盾依然突出: 随着受水区城镇化、工业化进程加快,以及农业稳产高产对水资源的刚性需求,区域需水量持续增长。但当前调水规模受工程设计

能力、水源地来水波动等因素限制,在枯水年份或用水高峰期,部分区域仍存在供水缺口,供需平衡压力较大。(2)生态补偿机制缺失问题亟待解决:丹江口库区等水源地为保障调水水质,严格限制工业发展、实施生态保护工程,导致地方发展权受限,经济发展与生态保护的矛盾突出。目前跨区域、跨流域的生态补偿机制尚未完善,水源地生态保护的投入与收益不匹配,难以有效调动地方生态保护的积极性。(3)调度管理碎片化问题影响效益发挥:南水北调配套工程涉及多省市、多部门管理,跨区域协调机制不健全,存在“各自为政”的情况。不同区域、不同用水部门的水资源调度缺乏统筹衔接,同时水质保障面临跨流域污染传输风险,上下游、左右岸协同治理难度大,制约了水资源配置效率和工程综合效益的最大化。

3 南水北调配套工程水资源开发利用模式分析

3.1 多水源协同调度模式

(1)案例:河北省构建“年度计划+月度方案”的精细化多水源协同调度体系,形成“引江水为主、本地地表水补充、地下水应急”的调度逻辑。年度层面,结合引江水量配额、区域用水需求预测及本地水源蓄水量,制定全域水资源分配总计划;月度层面,根据实时用水负荷、气象降水情况及工程运行状态,动态调整调度方案,优先保障引江水足额足量供应,当引江水供应稳定时,统筹利用岗南、黄壁庄等本地水库地表水,极端干旱或工程检修等特殊工况下,适度启用地下水应急备用水源,实现多水源灵活互补。(2)成效:该调度模式有效提升了水资源配置效率,大幅减少了地下水超采依赖。数据显示,通过精细化协同调度,河北省地下水开采量较调水前减少47.2%,石家庄、邢台等传统地下水漏斗区面积持续缩小,部分区域地下水水位实现稳步回升,地下水生态环境得到显著改善。同时,多水源互补机制增强了区域供水抗风险能力,在枯水年份或用水高峰期有效保障了城乡生活、工业生产的稳定供水。

3.2 生态补水长效机制

(1)政策:建立差异化生态补水标准体系,明确重点流域补水目标与保障机制。针对永定河、白洋淀等核心生态区域,制定刚性补水指标,其中向永定河年均补水不低于8亿立方米,确保河道基本生态基流稳定;对白洋淀设定最低生态水位管控线,通过常态化补水维持水域面积与生态功能。同时,出台生态补水优先级管理政策,将生态补水纳入区域水资源调度总盘子,保障补水资金与水量足额落实。(2)技术:依托智能监控与大数据分析技术构建生态补水监管体系。在永定河、白洋淀沿

线布设水位、流量、水质等多维度监测站点,通过物联网技术实现补水数据实时采集与传输;运用大数据模型分析补水过程与生态修复效果的关联关系,精准识别补水关键节点与优化方向,动态调整补水调度方案。此外,借助遥感监测技术对流域植被覆盖、湿地面积等生态指标进行常态化监测,为补水成效评估提供科学依据^[3]。

3.3 经济杠杆调节机制

(1)水价改革:推行分行业阶梯水价与超定额累进加价制度,强化水价对用水行为的调节作用。对城乡居民生活用水实行阶梯水价,保障基本用水需求的同时,抑制不合理用水;对工业用水,尤其是钢铁、化工等高耗水行业,设定严格的用水定额,超定额部分执行高额加价,倒逼企业加大节水技术改造投入,提升水资源利用效率。同时,建立水价动态调整机制,根据水资源供需状况、供水成本等因素适时优化水价标准。(2)生态补偿试点:探索建立跨区域横向生态补偿机制,通过财政转移支付等方式对水源区进行补偿。在丹江口库区等核心水源地开展试点,由受水区省市向水源区拨付横向生态补偿资金,补偿水源区因保护水质、限制工业发展所损失的发展机会。同时,推动水源区与受水区开展产业协作,鼓励受水区企业向水源区转移绿色产业,助力水源区实现生态保护与经济协同推进,构建“受益方补偿、保护方受益”的良性循环。

4 南水北调配套工程优化水资源开发利用的对策建议

4.1 完善顶层设计

(1)修订《南水北调工程总体规划》,结合新时代水资源供需格局与生态保护要求,明确配套工程中长期调水规模、供水范围拓展目标及生态保护核心指标。针对京津冀协同发展、雄安新区建设等国家战略实施需求,动态调整调水配额分配方案,预留未来发展用水保障空间;将地下水超采区治理、重点流域生态修复成效纳入规划刚性考核指标,细化不同阶段的目标任务与实施路径,确保配套工程建设与区域发展、生态保护精准衔接。同时,加强规划的跨区域、跨部门协同衔接,统筹兼顾水源地保护、受水区利用等多元诉求,形成全域统筹、上下联动的规划实施体系。(2)加快制定《跨流域调水生态补偿条例》,以立法形式明确生态补偿的责任主体、补偿范围与量化标准。明确受水区省市、用水企业等受益主体的补偿义务,将补偿资金规模与调水量、水质标准、水源地生态保护投入等挂钩,建立科学的动态核算机制;细化补偿资金的使用范围,重点支持水源区生态修复、污染治理、产业转型及民生保障项目,确保资金精准落地见效。同时,建立补偿资金监管与绩效评估机

制,由跨区域联合监管机构对资金使用情况全程监督,定期开展成效评估并动态优化补偿政策,保障水源区与受水区的利益平衡,激发水源区生态保护的主动性。

4.2 强化科技支撑

(1) 全面推广智能调度系统建设,构建覆盖“水源地-输水干线-配套管网-用水终端”的全链条监测网络。在现有监测站点基础上,加密重点区域、关键节点的监测设备布设,实现水量、水质、水压、水价等数据的实时采集、传输与共享;运用大数据、人工智能技术构建智能调度模型,结合气象预报、用水需求预测等信息,实现水资源的动态调配与精准调度。同时,搭建一体化预警平台,针对水质超标、水量异常、管网泄漏等风险隐患,建立分级预警机制并自动触发应急处置预案,提升工程运行管理的智能化、精细化水平,保障供水安全与调度效率^[4]。(2) 推进南水北调配套工程数字孪生建设,构建与物理工程精准映射的数字虚拟系统。整合工程地质、水文水资源、工程运行等多维度数据,搭建全要素数字孪生模型,实现对工程建设、运行、维护全生命周期的数字化模拟与可视化管理。基于数字孪生系统,模拟不同来水情景、用水需求、极端天气下的水资源配置效果,为中长期规划制定、短期调度方案优化提供科学支撑;开展工程运行风险模拟推演,提前识别潜在隐患并优化防控措施,提升工程抗风险能力。此外,推动数字孪生技术与智能调度系统深度融合,实现“模拟-决策-执行-反馈”的闭环管理,最大化发挥工程综合效益。

4.3 推动体制机制创新

(1) 构建“政府主导、市场运作、社会参与”的多元化运维管理模式,破解工程运维资金不足、管理效率不高的难题。政府层面负责制定行业标准、监管工程质量与公共服务保障,明确运维管理的底线要求;通过特许经营、PPP等模式吸引社会资本参与配套管网、调蓄设施等项目的建设,明确社会资本的权责利边界,给予合理的投资回报预期;鼓励供水企业通过市场化改革

提升运营效率,推行专业化、标准化运维管理,降低运营成本。同时,建立政府监管与社会监督相结合的监管体系,加强对工程运行质量、服务水平、价格收费等方面的监管,保障公共利益^[5]。(2) 积极探索水权交易市场建设,建立健全水权界定、登记、交易、监管等配套制度。明确水源地、受水区的水权归属,允许水源区在保障基本供水与生态用水的前提下,将节约的水量纳入水权交易范围;鼓励受水区通过水权置换、购买等方式获取额外水资源,支持水源区通过水权交易获得生态保护与产业转型资金。搭建跨区域水权交易平台,规范交易流程与定价机制,保障交易公平公正;建立水权交易监管机制,防范投机行为,确保水权交易服务于水资源优化配置与生态保护,实现受水区与水源区的共赢发展。

结束语

南水北调配套工程在水资源开发利用中成效斐然,不仅有效缓解了北方缺水困境,推动生态修复,还构建起多水源协同调度体系。然而,水资源供需矛盾、生态补偿机制不完善等问题仍待解决。未来,需持续完善顶层设计,以科学规划引领发展;强化科技赋能,提升水资源管理精细化水平;创新体制机制,激发各方参与积极性。如此,方能充分发挥工程效益,实现水资源可持续利用与区域高质量发展。

参考文献

- [1]王靖华. 穿跨南水北调配套工程施工阶段管理要点[J]. 河北水利, 2023(2): 48-49.
- [2]杨冰清. 南水北调配套工程水资源开发利用分析[J]. 城镇建设, 2025, (09): 95-96.
- [3]李自明, 刘斌, 景明, 等. 黄河流域非常规水源开发利用现状分析与思考[J]. 中国水利, 2025, (03): 54-59.
- [4]孙珊. 杂木灌区地下水资源开发利用现状及对策[J]. 黑龙江粮食, 2024, (11): 71-73.
- [5]郑丽爽. 黄泥河流域水资源开发利用现状调查分析[J]. 地下水, 2024, 46(01): 118-119.